

**PROJECTE D'OBRES A L'ENLLUMENAT DE LES INSTAL·LACIONS
CORRESPONENTS ALS SECTORS LA GRANJA I LA MORA.**



AJUNTAMENT DE TARRAGONA

 **Intraesa**
Enginyeria de Traçats i Estructures

TARRAGONA, JULIOL 2009

Índex

1	MEMÒRIA	5
1.1	OBJECTE DE LES OBRES	5
1.1.1	Introducció i necessitats a satisfer.....	5
1.1.1	Titular de la Instal·lació	5
1.1.2	Situació de la Instal·lació	6
1.1.3	Antecedents.....	6
1.2	SOLUCIÓ ADOPTADA	6
1.3	REGLAMENTACIÓ APLICABLE.....	7
1.4	Descripció de la Instal·lació.....	8
1.4.1	Caixa General de Protecció.....	8
1.4.2	Conjunt de Mesura	9
1.4.3	Dispositius de Comandament i protecció. Quadre de Comandament	9
1.4.4	Línies de Distribució i canalitzacions.....	9
1.4.5	Descripció dels punts de llum utilitzats.....	10
1.4.6	Connexió.....	14
1.4.7	Proteccions	14
1.5	TERMINI D'EXECUCIÓ I GARANTIA DE LES OBRES.	15
1.6	DECLARACIÓ D'OBRA COMPLETA.	15
1.7	CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA.....	15
1.8	PRESSUPOST	15
2	Càlculs Elèctrics.....	19
2.1	Dimensionament de les instal·lacions	19
2.2	Potències.....	19
2.2.1	Modificació de la potencia instal·lada.....	19
3	CÀLCULS LUMÍNICS	23
3.1	Antecedents.....	23
3.2	Introducció.....	23
3.3	Paràmetres de Manteniment. Càlcul del factor de Manteniment.....	24
3.3.1	Factor de depreciació del flux lluminós de la làmpada (FDFL).....	24
3.3.2	Factor de supervivència de la làmpada.....	25
3.3.3	Factor de depreciació de la lluminària.....	25
3.4	Nivells Màxims d'il·luminació.....	26
3.5	Resplendor lluminós nocturn.....	28
3.6	Components de les instal·lacions.....	28
3.6.1	Làmpades	28
3.6.2	Lluminàries	28
3.6.3	Sistemes d'accionament.....	29
3.7	Sistemes de Reducció de Flux.....	29
3.8	Eficiència Energètica de la Instal·lació.....	29

Annexes

- Annex 1. Estudis Lumínics.
- Annex 2. Pla d'obra.
- Annex 3. Justificació de Preus.
- Annex 4. Estudi de Seguretat i Salut.

PLÀNOLS

- Quadre de comandament MJ.
- Quadre de comandament MK.
- Quadre de comandament ML.
- Quadre de comandament MM.
- Quadre de comandament MA.
- Quadre de comandament MB.

PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

PRESSUPOST

- Amidaments
- Quadre de preus núm. 1
- Quadre de preus núm. 2
- Pressupost Parcial
- Resum del Pressupost

Memòria

1 MEMÒRIA

1.1 OBJECTE DE LES OBRES

1.1.1 Introducció i necessitats a satisfer

La present actuació s'emmarca dins la línia d'actuació sobre l'Enllumenat Públic Municipal iniciada per l'Ajuntament de Tarragona per tal d'aconseguir una major eficiència energètica.

En aquest cas concret existeix la necessitat d'eliminar la llum de color groc (VSAP) per llum de color blanc (Halogenurs metàl·lics cremador ceràmic) mantenint el grau d'alta eficiència a la làmpada utilitzada; seguint els criteris d'il·luminació de l'Ajuntament de Tarragona.

1. HOMOGENEÏTZACIÓ IL·LUMINACIÓ: Substituir equip i làmpada d'halogenurs metàl·lics d'alta eficiència sobre lluminària SUPRA existent, passant la llum groga existent actualment per llum blanca, per tal d'homogeneïtzar la il·luminació a tots els barris de Tarragona.

2. ESTALVI ENERGÈTIC: Reduir en un 33% el consum de cada lluminària, passant de 150W a 100W, al Barri de La Granja; mentre que a la Urbanització de La Mora es mantindran els 150W

1.1.1 Titular de la Instal·lació

Titular:	Ajuntament de Tarragona
NIF:	P-4315000-B
Direcció:	Rambla Nova, 59 43003. Tarragona
Telèfon:	977296100

1.1.2 Situació de la Instal·lació

L'Àmbit d'actuació del present projecte correspon als quadres de Comandament següents, s'adjunten plànols de situació de l'enllumenat per cada Quadre de Comandament:

BARRI DE LA GRANJA

- a) Quadre de comandament MJ.
- b) Quadre de comandament MK.
- c) Quadre de comandament ML.
- d) Quadre de comandament MM.

URBANITZACIÓ DE LA MORA

- e) Quadre de comandament MA.
- f) Quadre de comandament MB.

1.1.3 Antecedents

L'Actual Instal·lació objecte del present projecte correspon a les lluminàries tipus SUPRA-550 de Hadasa (General Elèctric) que actualment disposen d'equip i làmpada de Vapor de Sodi a Alta Pressió (VSAP) de 150W

La tecnologia de Vapor de Sodi a Alta Pressió aporta una llum de tonalitat fortament groguenca, element que xoca amb els actuals criteris que està posant a terme l'Ajuntament de Tarragona en els treballs d'adequació de l'enllumenat mitjançant llum blanca; per aquesta raó surt la necessitat d'adaptar aquest enllumenat.

1.2 SOLUCIÓ ADOPTADA

La present actuació constarà de la substitució dels equips i les làmpades d'halogenurs metàl·lics cremador ceràmic preparats pel doble nivell d'il·luminació amb una potència unitària per làmpada de 100W, fet que suposa un estalvi energètic del 33%

El criteri per la instal·lació a realitzar per part de l'empresa adjudicatària ha de ser el següent:

- No s'han de modificar els suports existents, ni en les interdistàncies ni en les alçades.

- La connexió de la nova lluminària amb la caixa de connexions situada a l'alçada de la portella no podrà disposar-se de cap entroncament.
- Els equips i làmpades seran de 100W o 150W halogenurs metàl·lics amb cremador ceràmic i especialment preparats per doble nivell de flux.

Respecte a les característiques específiques dels equips i les làmpades a instal·lar:

- Equip incorporat de 100W o 150W per Hal·logenurs Metàl·lics de Doble Nivell de Flux, amb arrencador cíclic muntat en placa extraïble de polímer reforçat.
- Làmpada d'alta intensitat ceràmica de Halogenurs metàl·lics de 100W o 150W tubular E-40.

1.3 REGLAMENTACIÓ APLICABLE

La actuació que es proposa s'ajustarà a les normes i prescripcions següents:

- Real Decret 842/2002, de 2 de agost, pel que s'aprova en "Nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51".
- ITC-BT-09, "Instal·lacions d'enllumenat Exterior".
- Llei 6/2001 de la Generalitat de Catalunya, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enlluement per la protecció del medi nocturn, desenvolupat al Decret 82/2005, de 6 de maig.

Respecte al reglament corresponent a la Eficiència Energètica en les instal·lacions d'enllumenat exterior R.D. 1890/2008 cal destacar el següent:

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

3. Este reglamento se aplicará:

- a) A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones.
- b) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando, mediante un estudio de eficiencia energética, la Administración Pública competente lo considere necesario.
- c) A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.

En el cas de l'àmbit d'aplicació del present projecte es compleix:

1. No es realitza substitució de lluminàries.
2. No es realitza una modificació que afecti al 50% de la potència instal·lada. (Afecta a la reducció del 33% de la potència).

Per tant.

"No és obligatori donar compliment al reglament corresponent a la Eficiència Energètica en les instal·lacions d'enllumenat exterior R.D. 1890/2008"

Tot i això, és voluntat del present projecte adaptar la instal·lació al reglament esmentat partint de les especificacions inicials de no modificar la interdistància ni la tipologia de Punt de Llum, donat que la inversió necessària inicial seria massa elevada.

Dins l'apartat de càlculs lumínics es donarà justificació a totes les decisions preses on, al final, s'atorgarà una etiqueta de Qualificació Energètica de la Instal·lació modificada.

1.4 Descripció de la Instal·lació

1.4.1 Caixa General de Protecció

La Caixa General de Protecció serà l'establerta en les normes particulars de l'empresa Subministradora, i anirà unida directament als mòduls de mesura i comandament formant un sol cos, serà de doble aïllament, precintable, i en el seu interior s'hi allotjaran tallacircuits fusibles en tots els conductors de fase, amb un poder de tall com a mínim igual al corrent de tallacircuit possible en el punt de la seva instal·lació. Disposarà també d'un born de connexió pel conductor neutre.

" En la present instal·lació, donat que es tracta d'una modificació, no caldrà modificar aquest apartat, donat que actualment ja es troba en funcionament; per tant resta fora de l'objecte del present projecte".

1.4.2 Conjunt de Mesura

Els comptadors s'instal·laran en mòduls de doble aïllament construïts amb polièster i fibra de vidre, amb tapes de policarbonat i juntes de polipropilè.

S'instal·larà un comptador electrònic multifunció, aquest tipus de comptador és vàlid per a totes les tarifes i pel seu reduït volum es imprescindible pel quadre elèctric del projecte.

" En la present instal·lació, donat que es tracta d'una modificació, no caldrà modificar aquest apartat, donat que actualment ja es troba en funcionament; per tant resta fora de l'objecte del present projecte".

1.4.3 Dispositius de Comandament i protecció. Quadre de Comandament

El quadre es trobarà format per tots els dispositius corresponents al comandament i protecció contra els contactes indirectes, (interruptors diferencials), curt circuits i sobrecàrregues (interruptors magnetotèrmics), d'un ICPM i un interruptor general automàtic (IGA).

Disposarà, d'un sistema manual de posada en servei de la instal·lació, mitjançant el contactor general, que es podrà regular segons tres posicions.

" En la present instal·lació, donat que es tracta d'una modificació, no caldrà modificar aquest apartat, donat que actualment ja es troba en funcionament; per tant resta fora de l'objecte del present projecte".

1.4.4 Línies de Distribució i canalitzacions

Els tipus d' instal·lació existent actualment correspon a canalització soterrada.

" En la present instal·lació, donat que es tracta d'una modificació, no caldrà modificar aquest apartat, donat que actualment ja es troba en funcionament; per tant resta fora de l'objecte del present projecte".

1.4.5 Descripció dels punts de llum utilitzats

1.4.5.1 Suports

Els suports actualment instal·lats i que no són objecte de substitució són els següents:

- Columnes model Nikolson o similar de 3.6 metres d'alçada, telescòpiques de xapa d'acer galvanitzat per immersió en calent, amb un gruix de xapa de 3 mm i element embellidor per la transició entre les dues seccions.

1.4.5.2 Luminàries

Les lluminàries actualment instal·lades i que no son objecte de substitució són el següent model:

- Model Supra-550 del fabricant General Elèctric.



Les principals característiques de la lluminària actualment instal·lada i que no es modificarà dins l'àmbit del següent projecte són les següents:

► DESCRIPCIÓN I DESCRIPTION

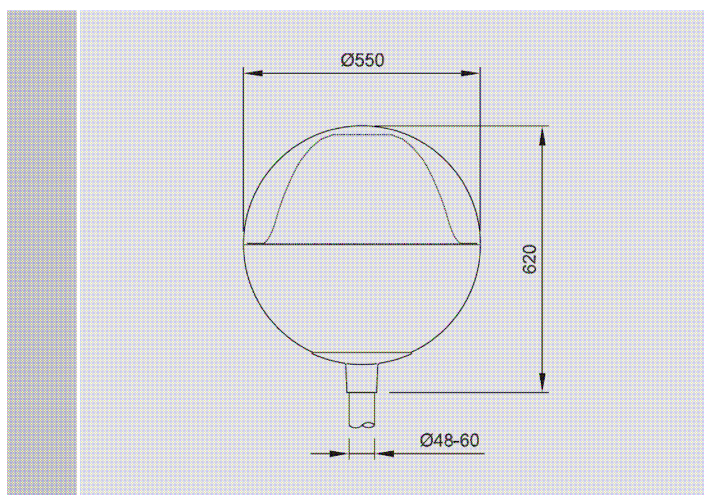
La SUPRA-550 es una luminaria esférica para alumbrado decorativo, con reflector incorporado, diseñada en consonancia con los requisitos actuales sobre reducción de la emisión de luz hacia el hemisferio superior.

The SUPRA-550 is a spherical luminaire, with integral reflector, for area lighting, designed in accordance with current requirements for limiting light emissions towards the upper hemisphere.

► CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS I TECHNICAL CHARACTERISTICS

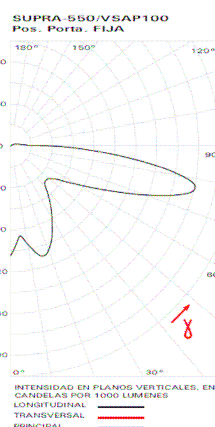
- Para lámparas vapor de mercurio (hasta 250 W), vapor de sodio A.P. (hasta 150 W) y halogenuros metálicos (hasta 175 W).
 - Base de fundición inyectada de aluminio acabada con pintura poliéster en polvo depositada electrostáticamente, con tratamiento previo anticorrosivo y curada al horno a 180°C.
 - Color estándar: gris RAL 7035. Otros colores RAL, consultar.
 - Conjunto óptico formado por:
 - Refractor esférico prismatizado, inyectado en metacrilato alto impacto (AR) o policarbonato (P), estabilizado frente a la radiación ultravioleta. Se compone de dos piezas selladas e incorpora grabados prismas internos y externos para el óptimo control de la luz y del deslumbramiento.
 - Reflector simétrico de aluminio unido al cuerpo superior del refractor. Minimiza la emisión de luz hacia el hemisferio superior aumentando luz útil en el plano del suelo.
 - Junta de etileno propileno terpolimero (EPDM) entre base y conjunto óptico.
 - El conjunto óptico se fija a la base con un sistema de presión tipo mordaza incorporado en la misma que se acciona desde el exterior.
 - Unidad eléctrica montada en la base, sobre bandeja.
 - Sistema de montaje a columna de 48 a 60 mm de diámetro.
 - Grado de protección IP55.
 - Aislamiento: Clase I. Como opción Clase II.
 - Superficie efectiva al viento de 0,14 m².
 - Peso aproximado con equipo: 8 a 13 kg.
 - Notas:
 - Se puede suministrar la luminaria sin el reflector interior. Opción T.
- For mercury vapour lamps (up to 250W), HP sodium vapour (up to 150W) and metal halide (up to 175W).
 - Die-cast aluminium base, robust and highly decorative, electrostatically sprayed with a polyester powder paint finish, following anti-corrosion priming, and oven cured at 180°C.
 - Standard colour: RAL 7035 grey. Enquire for other colour options.
 - Optical assembly consisting of:
 - Spherical prismatic refractor, extruded in UV stabilised, impact-resistant acrylic (AR) or polycarbonate (P). It comprises two sealed parts and incorporates internal and external prisms for optimum light and glare control.
 - Symmetric aluminium reflector joined to the upper body of the refractor. Minimises light emissions towards the upper hemisphere, increasing useful light at ground level.
 - Ethylene propylene diene rubber (EPDM) gasket between the base and the optical assembly.
 - The optical assembly is fixed to the base with a clamp-type pressure system that can be operated from the outside.
 - Electrical unit fitted to the base, on a tray.
 - System for mounting on a 48 to 60mm-diameter column.
 - Degree of protection: IP55.
 - Insulation: Class I. Class II optional.
 - Effective projected area: 0.14 m².
 - Approx. weight with ballast: 8 to 13 kg.
 - Notes:
 - The luminaire can be supplied without the internal reflector. T option.

► DIMENSIONES I DIMENSIONS



GE Lighting Hadasa

► DATOS FOTOMÉTRICOS I PHOTOMETRIC DATA



Múltiples fotometrias. Consultar. | Multiple photometric data. Enquire.



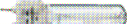







1.4.5.3 Làmpades

Les làmpades escollides en el present projecte han de complir les següents especificacions:

- Tecnologia: Vapor de Halogenurs Metàl·lics amb cremador Ceràmic.
- Tipologia de Llum: Color Blanc 3.000 K.
- Eficàcia mínima 92 Lum/wat.
- Temps de Vida: entre 15.000 i 20.000 hores de funcionament.
- Ha de ser de fabricant reconegut.

A continuació es detallen les característiques concretes d'un model de làmpada que compleix els requisits establerts:

GE CMH range – the extended choice

Watts	Colour	Length mm	Product Description	CCT K	CRI Ra	Initial Lm/Candela for PAR	Cop	Rated Avege Life Hc	Rated Avege Life Vert.	Pack Qty.	Product Code	
20	WDL	52	CMH20/TC/UVC/U/830/GU6.5	3000	80+	1615	GU6.5	9000*	9000*	12	40399	
Single Ended SuperMini												
20	WDL	85	CMH20/TC/UVC/U/830/G8.5 PLUS	3000	80+	1650	G8.5	12000	12000	12	39858	
35	WDL	85	CMH35/TC/UVC/U/830/G8.5 PLUS	3000	80+	3400	G8.5	10000	10000	12	20009	
35	WDL	85	CMH35/TC/UVC/U/830/G8.5 PLUS	3000	84+	3400	G8.5	15000	15000	12	43273***	
35	NDL	85	CMH35/TC/UVC/U/842/G8.5	4200	85+	3200	G8.5	12000*	12000*	12	26348	
70	WDL	85	CMH70/TC/UVC/U/830/G8.5	3000	80+	6200	G8.5	9000	9000	12	20011	
70	NDL	85	CMH70/TC/UVC/U/942/G8.5	4200	90+	6200	G8.5	15000	15000	12	26349	
70	WDL	85	CMH70/TC/UVC/U/830/G8.5 PLUS	3000	80+	6200	G8.5	15000*	15000*	12	43274***	
Single Ended												
20	WDL	88	CMH20/T/UVC/U/830/G12 PLUS	3000	80+	1650	G12	12000	12000	12	42708	
35	WDL	88	CMH35/T/UVC/U/830/G12	3000	80+	3400	G12	10000	10000	12	20099	
35	WDL	88	CMH35/T/UVC/U/830/G12 PLUS	3000	84+	3400	G12	15000	15000	12	43272***	
35	NDL	88	CMH35/T/UVC/U/842/G12	4200	85+	3200	G12	12000*	12000*	12	92141	
70	WDL	88	CMH70/T/UVC/U/830/G12	3000	80+	6200	G12	15000	15000	12	20005	
70	NDL	88	CMH70/T/UVC/U/942/G12	4200	90+	6300	G12	15000	15000	12	20013	
150	WDL	98	CMH150/T/UVC/U/830/G12	3000	80+	14000	G12	12000	12000	12	20012	
150	NDL	98	CMH150/T/UVC/U/942/G12	4200	90+	13000	G12	12000	12000	12	20014	
Double Ended												
35	WDL	118	CMH35/TD/UVC/U/830/RX7s	3000	80+	3400	RX7s	10000*	N/A	12	43278	
70	WDL	118	CMH70/TD/UVC/U/830/RX7s	3000	80+	7000	RX7s	15000	N/A	12	36910	
70	NDL	118	CMH70/TD/UVC/U/942/RX7s	4200	90+	6200	RX7s	15000	N/A	12	38698	
150	WDL	135	CMH150/TD/UVC/U/830/RX7s-24	3000	80+	14500	RX7s-24	15000	N/A	12	36912	
150	NDL	135	CMH150/TD/UVC/U/942/RX7s-24	4200	90+	12500	RX7s-24	15000	N/A	12	38692	
MR16 Precise												
20	WDL	54.5	CMH20/MR16/UVC/U/830/GX10/SP	3000	80+	9000	GX10	9000*	9000*	12	40400	
20	WDL	54.5	CMH20/MR16/UVC/U/830/GX10/FL	3000	80+	2700	GX10	9000*	9000*	12	40401	
20	WDL	54.5	CMH20/MR16/UVC/U/830/GX10/WFL	3000	80+	1500	GX10	9000*	9000*	12	42691	
PAR 20												
20	WDL	81.2	CMH20PAR20/UVC/U/830/E27/SP	3000	80+	13000	E27	7500*	7500*	15	26478	
20	WDL	81.2	CMH20PAR20/UVC/U/830/E27/FL	3000	80+	3750	E27	7500*	7500*	15	26481	
35	WDL	81.2	CMH35/PA20/UVC/U/830/E27/SP	3000	80+	22000	E27	10000	10000	15	21684	
35	WDL	81.2	CMH35/PA20/UVC/U/830/E27/FL	3000	80+	7500	E27	10000	10000	15	21685	
35	WDL	81.2	CMH35/PA20/UVC/U/942/E27/SP10	4200	90+	19450	E27	10000	10000	15	44890	
35	WDL	81.2	CMH35/PA20/UVC/U/942/E27/FL25	4200	90+	6950	E27	10000	10000	15	44919	
PAR 30												
20	WDL	120	CMH20PAR30/UVC/U/830/E27/SP10	3000	80+	19800	E27	7500*	7500*	6	26497	
20	WDL	120	CMH20PAR30/UVC/U/830/E27/FL25	3000	80+	4900	E27	7500*	7500*	6	26518	
35	WDL	120	CMH35/PA30/UVC/U/830/E27/SP	3000	80+	39600	E27	10000	10000	6	21689	
35	WDL	120	CMH35/PA30/UVC/U/830/E27/FL	3000	80+	11000	E27	10000	10000	6	21690	
35	WDL	120	CMH35/PA30/UVC/U/942/E27/SP10	4200	89	36700	E27	10000	10000	6	44939	
35	WDL	120	CMH35/PA30/UVC/U/942/E27/FL25	4200	89	10200	E27	10000	10000	6	44942	
70	WDL	120	CMH70/PA30/UVC/U/830/E27/SP	3000	80+	43000	E27	13000	13000	6	21683	
70	WDL	120	CMH70/PA30/UVC/U/830/E27/FL	3000	80+	10000	E27	13000	13000	6	21682	
Bi-Optical Clear												
70	WDL	138	CMH70/E/UVC/U/830/E27/C	3000	80+	6300	E27	15000	15000	6	46189	
100	WDL	138	CMH100/E/UVC/U/830/E27/C	3000	80+	9200	E27	15000	10000	6	46191	
150	NDL	138	CMH150/E/UVC/U/942/E27/C	4200	90+	13200	E27	15000	15000	6	43285	
Bi-Optical Diffuse												
70	WDL	138	CMH70/E/UVC/U/830/E27/D	3000	80+	6000	E27	15000	15000	6	46187	
70	NDL	138	CMH70/UVC/U/940/E27/D	4000	90+	5900	E27	15000	15000	6	43282	
100	WDL	138	CMH100/E/UVC/U/830/E27/D	3000	80+	8700	E27	15000	10000	6	46194	
150	NDL	138	CMH150/E/UVC/U/940/E27/D	4000	90+	12300	E27	15000	15000	6	43286	
250	WDL	251	CMH250/E/UVC/U/830/E40/D	3000	80+	23500	E40	20000	20000	12	10591	
400	WDL	282	CMH400/E/UVC/U/830/E40	3000/3600**	80+	39000	E40	20000	20000	6	13087	
Tubular Clear												
70	WDL	156	CMH70/T/UVC/U/830/E27	3000	80+	6000	E27	15000	15000	12	38752	
100	WDL	209	CMH100/T/UVC/U/830/E40	3000	80+	9200	E40	10000*		12	92478	
150	WDL	209	CMH150/T/UVC/U/830/E40	3000	80+	14000	E40	12000	12000	12	38749	
150	NDL	209	CMH150/UVC/U/842/E40	4000	89	14500	E40	15000*		12	21514	
150	WDL	209	CMH150/UVC O/T/U/830/E40	3000	80+	14000	E40	12000	12000	6	21516	
150	NDL	209	CMH150/UVC O/T/U/942/E40	4200	90+	14000	E40	12000	12000	6	21517	
250	WDL	260	KRC250/CMH/830/T/H/E40	3000	80+	20000	E40	20000		12	20302	
250	WDL	260	CMH250/T/UVC/U/830/E40	3000	80+	25000	E40	20000	20000	12	10589	
400	WDL	278	CMH400/T/UVC/U/830/E40	3000/3600**	80+	39000	E40	20000	20000	12	13067	

* Initial life claim at bunch. Testing continues to final design life.
 ** 3000K in horizontal burning position, 3600K in vertical burning position.
 Constant Color™ CMH lamps operate on high pressure sodium ballast and metal halide ignitor, with the exception of KRC250/CMH830/T/H/E40 type that operates on mercury or metal halide ballast and metal halide ignitor.
 *** Available May 2007

1.4.5.4 Equips Elèctrics

Els equips elèctrics a instal·lar han de complir una sèrie de requisits per tal d'adaptar-se a les necessitats de la present instal·lació.

- Han de ser equips especialment dissenyats per tal de poder fer-se ús sobre làmpades de Vapor de Halogenurs Metà·lics de Cremador Ceràmic.
- Han de poder realitzar la funció de Reducció de Flux segons indicació de línia de Comandament externa. Donada la particularitat en el règim de funcionament i en les condicions de Servei de les làmpades d'halogenurs metà·lics cal que l'equip escollit estigui especialment dissenyat per aquest tipus de làmpades; ja que els equips de doble nivell dissenyats per làmpades de Vapor de Sodi a Alta Pressió no permeten el comandament del doble Flux amb làmpada de Halogenurs Metà·lics. Ha de poder garantir un mínim de Reducció en el consum elèctric d'un 34% en el moment de la reducció.
- Ha de ser una equip elèctric de contrastat i posat en pràctica de forma habitual, ja que el present projecte no pretén realitzar un prova pilot de nous models d'equips, el funcionament dels quals no s'hagi pogut certificar tant pel fabricant així com per l'experiència a l'enllumenat de Tarragona.
- L'equip escollit ha de poder corregir de forma adient el factor de potència present a les instal·lacions amb làmpades de descàrrega, per tant ha d'integrar condensadors de compensació de càrrega reactiva.

L'equip escollit que reuneix les condicions sol·licitades és el que es descriu a continuació:



Normas
Standards
Normatives
Vorschriften
Norme



UNE - EN 60922 / 60923

220 - 230V

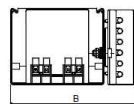
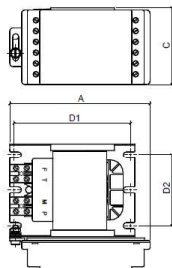
50 o 60 Hz

t_w 130°C

Δt 70°C

Equipos para ser empleados con línea de mando.
Command line controlled control gear.
Équipements pour être employés avec ligne de commande.
Geräte, die mit Kommandoader verwendet werden.
Unità di controllo per impiego con linea pilota

A)



B)



HALOGENUROS METÁLICOS DE QUEMADOR CERÁMICO / CERAMIC BURNER METAL HALIDE /
IODURES METALLIQUES A BRULEUR CERAMIQUE / METALLDAMPF HALOGEN QUARZBRENNER /
IODURI METALLICI A BRUCIATORE CERAMICO

B) Montaje en Kit / Kit assembly / Montage en Kit / Montage als Kit / Montaggio Kit
 Alto factor / High power factor / Haut facteur / Hoher Leistungsfaktor / Alto Fattore $\lambda \geq 0,90$

Nº	Codigo Code Code Bast-Nr Codice 230V 50Hz	Articulo Item Article Artikel Articolo	(A)	Dimensiones Dimensions Abmessungen Dimensioni					Peso Weight Poids Gewicht Peso Kg	Piezas Pcs. Pièces Stücke Pezzi
				A	B	C	D1	D2		
82	57 1032 035 2	NRC HM T 70W S1TT / 2C	1							
83	57 2032 035 2	NRC HM T 100W S1TT / 2C	1,2							
84	57 3032 035 2	NRC HM T 150W S1TT / 2C	1,8							
85	57 4032 035 2	NRC HM T 250W S1TT / 2C	3							

Estos Kits están dotados de condensadores para doble compensación capacitiva e incorporan también un arrancador de temporización cíclica (Tecnología digital D.C.P), ver sus características en la página 14.
 These Kits are equipped with capacitors for double capacitive compensation and also include cyclic timer ignitor with D.C.P. digital technology, features on page 14.
 Ces kits sont dotés de condensateurs pour double compensation capacitaire et incorporent également un amorçeur de temporisation cyclique (technologie digitale D.C.P), voir caractéristiques page 14.
 Diese Kits beinhalten Kondensatoren für doppelten Kapazitätsausgleich, sowie ein zyklisches Zündgerät (Digitaltechnologie D.C.P), siehe Eigenschaften Seite 14.
 Questi Kit sono preparati per effettuare la doppia compensazione capacitiva, e includono un accenditore con temporizzazione ciclica (Tecnologia digitale D.C.P), le cui caratteristiche sono indicate alla pagina 14.

1.4.6 Connexió

La instal·lació elèctrica a l'interior de la columna es realitzarà mitjançant conductors RV-K 0,6/1 kV de secció 2,5 mm² i no hi haurà empalmes. En els punts d'entrada dels cables a l'interior del suport, el cables tindran una protecció suplementària de material aïllant.

En cas de les lluminàries de Classe I, aniran connectades a la xarxa de terra mitjançant cable aïllat 0,6/1 kV, i secció mínima 2,5mm² en coure.

Per la connexió dels conductors de la xarxa amb els del suports, s'utilitzaran elements de derivació que contindran els borns apropiats i elements de protecció.

1.4.7 Proteccions

1.4.7.1 Contactes Directes i Sobrecàrregues

La protecció contra contactes directes s'efectuarà amb fusibles de 6A d'intensitat nominal col·locats a cada punt de llum i amb magnetotèrmics d'intensitat adequada a cada una de línies de sortida del quadre de comandament.

" Tot i que el present projecte correspon a una modificació de la instal·lació existent, caldrà garantir que es compleixen aquestes especificacions de seguretat".

1.4.7.2 Contactes Indirectes

La protecció contra els contactes indirectes s'efectuarà amb la posada a terra de les masses més els dispositius de tall per intensitat de defecte, interruptors diferencials.

S'utilitzaran interruptors diferencials on la seva sensibilitat vindrà donada pel valor obtingut de la resistència a terra de les masses.

" Tot i que el present projecte correspon a una modificació de la instal·lació existent, caldrà garantir que es compleixen aquestes especificacions de seguretat".

1.5 TERMINI D'EXECUCIÓ I GARANTIA DE LES OBRES.

El termini d'execució de les obres d'aquest projecte serà d'un mes i mig (1'5) mesos i un període de garantia que s'estableix en un (1) any a comptar des de la data de la recepció provisional de les obres.

1.6 DECLARACIÓ D'OBRA COMPLETA.

D'acord amb la Llei 30/2007 de 31 d'octubre de Contractes al Sector Públic, es fa constar expressament que les obres definides en aquest projecte constitueixen una obra completa i, per tant, susceptible d'ésser entregada a l'ús públic un cop acabada la seva execució.

1.7 CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA.

En compliment d'allò disposat a l'Article 54 de la Llei 30/2007 de 30 d'octubre, de Contractes del Sector Públic, amb l'excepció indicada en l'Article 55 de l'esmentada Llei, els contractistes que presentin oferta de les obres objecte d'aquest projecte hauran d'estar classificats en el:

Grup I, Subgrup 1, Categoria e.

1.8 PRESSUPOST

L'execució de totes les instal·lacions descrites al present projecte, inclourà totes les partides pel subministrament de material, trasllat d'aquests a l'obra, muntatge amb aparells i maquinària adients i elements auxiliars necessaris fins al seu total acabat, amb proves de funcionament, així com totes les despeses de legalització, taxes i quotes.

S'inclouran al *Pressupost per Contracte* les Despeses Generals (DG 13%), Benefici Industrial (BI 6%) i Impost de Valor Afegit (IVA 16%).

Tot aquest muntant comporta la quantitat de 167.963,01 € (CENT SEIXANTA-SET MIL NOU-CENTS SEIXANTA-TRES EUROS AMB UN CÈNTIM)

Tarragona, Juliol de 2009

Agustí Pujol i Hugas
INTRAESA, Enginyeria de Traçats i Estructures S.A.
Enginyer Industrial
Núm. Col·legiat 11.714

Càlculs Elèctrics

2 Càlculs Elèctrics

2.1 Dimensionament de les instal·lacions

El present projecte correspon a una modificació de les instal·lacions existents consistents en el següent:

"Substitució de les làmpades i els equips existent per disminuir la potència consumida aconseguint un estalvi energètic proper al 33% en els Quadres del Barri de la Granja, mantenint el mateix consum en els de la Urbanització de La Mora"

Per tant,

"Cap paràmetre de la instal·lació elèctrica actual (dimensionament dels conductors, càlcul de les caigudes de tensió, etc..) es veurà afectat per aquesta actuació."

2.2 Potències

2.2.1 Modificació de la potència instal·lada

Un dels objectius de la present instal·lació és la d'aconseguir un important estalvi energètic, en aquest cas aproximadament un 33% en els quadres del Barri de la Granja, mantenint el mateix consum en els de la Urbanització de La Mora, A continuació detallem l'actuació en cadascun dels quadres de comandament on s'actua:

BARRI DE LA GRANJA

Quadre MJ (localització del Q/C: Tenerife)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potència Unitària Actual (W)	Nova Potència Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
103	150	100	50

Quadre MK (localització del Q/C: Gran Canària)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potència Unitària Actual (W)	Nova Potència Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
78	150	100	50

Quadre ML (localització del Q/C: Menorca)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potència Unitària Actual (W)	Nova Potència Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
76	150	100	50

Quadre MM (localització del Q/C: St. Benildo)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potencia Unitària Actual (W)	Nova Potencia Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
67	150	100	50

URBANITZACIÓ DE LA MORA

Quadre MA (localització del Q/C: Del Baix Empordà)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potencia Unitària Actual (W)	Nova Potencia Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
83	150	150	0

Quadre MB (localització del Q/C: De l'Alt Berguedà)

Número de Punts de Llum a Actuar	Potencia Unitària Actual (W)	Nova Potencia Unitària (W)	Estalvi Energètic Unitari (W)
76	150	150	0

Per tal de poder estudiar l'estalvi energètic total aconseguit, s'adjunta la següent taula:

SECTORS	UNITATS	Estalvi Potència Unitari (W)	Estalvi Potència Total (kW)	Estalvi Consum Anual (kWh)
MJ	103	50	5,15	21.630
MK	78	50	3,9	16.380
ML	76	50	3,8	15.960
MM	67	50	3,35	14.070
MA	83	0	0	0
MB	76	0	0	0
			16,2	68.040

S'aconsegueix un estalvi en la potencia instal·lada de 16,2 kW que es tradueix en uns 68.040 kWh de consum anual.

Càlculs Lumínics

3 CÀLCULS LUMÍNICS

3.1 Antecedents

S'ha optat per unificar les diferents tipologies de vials i distribucions de llums en dos escenaris d'estudi, que anomenarem amb lletres A (tipologia de carrers de la Granja) i B (tipologia de carrers de la Mora), amb les característiques descrites a continuació:

Tipologia	Punt de llum	Distribució	Alçaria	Interdistància	Secció de Carrer		
					Vorera A	Claçada	Vorera B
A	1 punt SUPRA 550- 100W halogenurs	Bilateral (portell)	3,6 m	15m	3,0m	10,0m	3,0m
B	1 punt SUPRA 550- 100W halogenurs	Bilateral (portell)	3,6 m	25m	1,5m	5,5m	1,5m

L' Actual Instal·lació objecte del present projecte correspon a les lluminàries tipus SUPRA-550 de Hadasa (General Elèctric) que actualment disposen d'equip i làmpada de Vapor de Sodi a Alta Pressió (VSAP) de 150W, amb els següents nivells d'il·luminació i uniformitat:

Tipologia	E mitja (Lux)				Uniformitat (Mínim/Mitja)			
	Vorera A	Claçada	Vorera B	Carrer	Vorera A	Claçada	Vorera B	Carrer
A	37,50	30,56	37,50	35,19	0,52	0,73	0,52	0,59
B	29,96	24,05	29,96	27,99	0,48	0,65	0,48	0,54

3.2 Introducció

El present apartat seguirà el procediment establert al R.D 1890/2008 "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior" i les seves Instruccions Tècniques Complementaries, per tal de definir els següents paràmetres:

- Paràmetres de manteniment.
- Nivell màxims d'il·luminació.
- Resplendor lluminós nocturn.
- Components lumínics de la instal·lació.
- Sistema de Reducció de Flux.
- Eficiència Energètica de la Instal·lació (Qualificació Energètica)

3.3 Paràmetres de Manteniment. Càlcul del factor de Manteniment.

Segons la ITC-EA-06 del reglament d'eficiència energètica en les instal·lacions d'enllumenat exterior, s'estableix un factor de manteniment que condiciona la il·luminació mitja al final d'un període respecte al valor en posada en servei.

Aquest factor de manteniment s'estableix de les següents formes:

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

o bé,

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

Siendo:

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

Per tant, hem de calcular cadascun d'aquests paràmetres de forma independent per poder obtenir el valor del factor de manteniment:

3.3.1 Factor de depreciació del flux lluminós de la làmpada (FDFL)

La següent taula mostra els diferents valors que pot assolir:

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Considerem un període de funcionament de vida de 12.000 hores i una tipologia de làmpada de Halogenurs Metàl·lics, per tant obtenim el següent:

$$\text{FDFL} = 0.73$$

3.3.2 Factor de supervivència de la làmpada

La següent taula mostra els diferents valors que pot assolir:

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Considerant els mateixos paràmetres que en el cas anterior obtenim:

$$FSL = 0.88$$

3.3.3 Factor de depreciació de la Il·luminària

Correspon a l'últim dels paràmetres a tenir en compte pel càlcul del factor de manteniment, i surt de la següent taula:

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

Considerant un Grau IP 6x i un grau de contaminació mitja, i una operació de neteja completa cada 3 anys, obtenim el següent resultat:

$$FDLU = 0.87$$

Amb aquests paràmetres obtenim un valor del factor de manteniment:

$$fm = 0.73 \times 0.88 \times 0.87 = 0.56$$

Donada la experiència que disposem en aquest àmbit, es considera aquest valor com a excessivament restrictiu, per tant es considera com a valor òptim per aquest cas el següent; que serà l'utilitzat per al diferents càlculs lumínics que s'adjunen:

$$f_m = 0.7$$

3.4 Nivells Màxims d'il·luminació

Segons la ITC-EA-02 s'ha de determinar els nivells màxims d'il·luminació mitja permesa, per poder arribar a aquests valors cal tipificar el tipus de vial en el que ens trobem a partir d'una sèrie de taules.

La primera de les taules determina el tipus de via:

Tabla 1 – Clasificación de las vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Considerarem les vies objectes del present projecte com a vies de baixa velocitat donat que és virtualment impossible circular a més de 30 km/h en tot l'àmbit.

El següent pas és determinar la Classe d'enllumenat a partir de la següent taula:

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ⁽¹⁾
C1	• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas	S1 / S2 S3 / S4
	Alto..... Normal	
D1 - D2	• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones	CE1A / CE2 CE3 / CE4
	Alto..... Normal	
D3 - D4	• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	CE2 / S1 / S2 S3 / S4
	Alto..... Normal	

⁽¹⁾ Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Donat que es tracta d'una zona on el flux de peatons és extremadament elevat es considera, dins de la tipologia D3- D4, una classe d'enllumenat CE2.

El nivell d'il·luminació indicat al reglament per aquesta tipologia de via és el següent, que suposa un 20% del valor establert al reglament, segons la següent taula:

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican es espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Nivell d'il·luminació Mig màxim = 24 lux.

Uniformitat necessària = 0,40

S'adjunta com annex l'estudi lumínic realitzat on es determinen tots els paràmetres lumínics detallats al present projecte.

Com ja s'ha comentat en l'apartat 3.1 Antecedents, S'ha optat per unificar les diferents tipologies de vials i distribucions de llums en dos escenaris d'estudi.

A continuació s'indiquen els resultats obtinguts a partir dels estudis lumínics abans esmentats, sobre els valors d'il·luminació mitja i uniformitat dels dos escenaris.

Tipologia	E mitja (Lux)				Uniformitat (Mínim/Mitja)			
	Vorera A	Claçada	Vorera B	Carrer	Vorera A	Claçada	Vorera B	Carrer
A	20,12	16,40	20,12	18,88	0,52	0,73	0,52	0,59
B	24,47	19,64	24,47	22,86	0,48	0,65	0,48	0,54

Comparant els resultats lumínics de la instal·lació existent amb la projectada, s'observa en totes les tipologies de vials, una reducció de la il·luminació mitja, així com un manteniment dels valors d'uniformitat.

3.5 Resplendor Iluminós nocturn

Seguint les directrius de la ITC-EA-03; La zona objecte del present projecte es considera, des del punt de la protecció contra la contaminació lluminosa:

Tipus de Zona : E3

Els valors màxims establerts per l'emissió de flux sobre l'hemisferi superior (FHSinst) per aquest tipus de zona queden delimitats per la següent taula:

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS _{INST}
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%

En aquest cas i segons dades del fabricant el valor obtingut per la nostra instal·lació és:

FHSinst < 5%

3.6 Components de les instal·lacions

3.6.1 Làmpades

Les làmpades utilitzades ja han estat descrites a la memòria del projecte, tot i això, des del punt de vista de l'eficiència energètica destaquem el següent:

Model

Nom: CMH 100TT

Potència: 100W

Fabricant: General Electric

Eficàcia lluminosa: 92

3.6.2 Lluminàries

El model de la lluminària existent ja ha estat detallat a la memòria del projecte.

3.6.3 Sistemes d'accionament

El sistema d'accionament es realitzarà mitjançant rellotge astronòmic amb programació sincronitzada a la posta i la sortida del sol depenent de la l'estació en la que ens trobem, garantint un correcte cicle d'encesa i apagada.

3.7 Sistemes de Reducció de Flux

Donat que aquesta actuació aprofita la tipologia de reducció de flux existent, s'utilitzarà el circuit auxiliar existent per comandar el doble nivell de flux mitjançant equips especialment dissenyats per aquesta funció, descrit a la memòria del projecte.

3.8 Eficiència Energètica de la Instal·lació

Per tal de calcular l'eficiència energètica seguirem els passos establerts a la ITC-EA-01. En primer terme determinarem el paràmetre d'eficiència seguint la fórmula següent:

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

siendo:

ϵ = eficiència energètica de la instal·lació de alumbrado exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux/W}$)

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S = superficie iluminada (m^2);

E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

Per tal d'obtenir la potència activa total instal·lada, s'utilitza la següent taula:

Tabla 2 - Potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar.

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270 (2,15A) 277 (3A)	--	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	--	425

Donat que la tipologia de tots els carrers és idèntica i simètrica, només caldrà calcular la eficiència d'un tram concret (entre dos punts de llum). Cal indicar que per fer el càlcul parla de l'eficiència de tota la superfície del carrer referenciat sobre la potència total instal·lada al carrer. Donat que es tracta de carrers simètrics podem considerar com a tram a estudi només un tram entre dos punts de llum, ja que a la fórmula de la eficiència només caldrà multiplicar i dividir per N vegades, per tant restarà anul·lat.

A continuació detallem en forma de taula les dades necessàries per calcular aquesta eficiència:

Tipologia	Secció de Carrer (m)			Long. Estudi	E mitja (Lux)	Potència tram (W)	Eficiència
	Vorera A	Ciaçada	Vorera B				
A	3,00	10,00	3,00	15,00	18,88	232	19,53
B	1,50	5,50	1,50	25,00	22,86	342	14,20

L'enllumenat objecte del present projecte correspon a un enllumenat ambiental, donada l'alçada dels punts de llum i la tipologia de lluminària emprada. Per tant, per comparar els resultats obtinguts als valors de referència establerts pel reglament, farem ús de la següent taula:

Tabla 2 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

L'eficiència obtinguda en la nostra instal·lació pràcticament està **molt per sobre de la referència** per una il·luminació mitja projectada de 20 lux.

Amb els valors d'eficiència obtinguts podríem comparar també el resultat amb la taula corresponent a l'enllumenat vial:

Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

El següent pas és determinar el factor de utilització, que surt a partir de la següent fórmula:

ϵ_L = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (lum/W= m² lux/W);
 f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
 f_u = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right),$$

donde:

Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares (ϵ_L): Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

Factor de mantenimiento (f_m): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

Factor de utilización (f_u): Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Donat que disposem de l'eficiència de les làmpades (92 lum/wat) i el coeficient de manteniment establert (0,7) podem aïllar el terme pendent i obtenim:

Tipologia	Eficiència	Eficiència Làmpada	Factor Manteni.	Factor Utilització
A	19,53	92	0,70	0,30
B	14,20	92	0,70	0,22

Per últim cal determinar la Qualificació Energètica, i el primer pas és determinar l'Índex d'eficiència energètica, segons es detalla a continuació:

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Com ja hem comentat, considerem aquest enllumenat com a ambiental, per tant obtenim el següent valor:

Tipologia	Eficiència Energètica Instal·lació	Eficiència Energètica Referència	Índex Eficiència
A	20	13,0	1,50
B	14	10,6	1,34

Per determinar la Qualificació Energètica apliquem la següent taula:

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_{\varepsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\varepsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\varepsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\varepsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\varepsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\varepsilon} > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_{\varepsilon} \leq 0,20$

Segons aquesta taula les dues tipologies de vial estudiades corresponen a:

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA: A